

PUB-NO: JP406094490A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06094490 A
TITLE: INLINE GAS FLOW RATE MEASURING DEVICE

PUBN-DATE: April 5, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SONODA, KEISUKE	
MAKIURA, HIDEJI	
HIGAKI, TAKAO	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI HEAVY IND LTD	

APPL-NO: JP04243825
APPL-DATE: September 11, 1992

US-CL-CURRENT: 73/198
INT-CL (IPC): G01F 1/00; G01F 1/34; G01F 15/02

ABSTRACT:

PURPOSE: To quickly and precisely measure the inline flow rate of a gas transport pipe without using a throttle flowmeter or electromagnetic flowmeter by calculating the flow rate of gas on the basis of detection value of wall surface static pressure and temperature measurement value in two measuring points in a line.

CONSTITUTION: In a measuring point A, pressure taps 13a, 13d to be static pressure holes and a temperature sensor 14d using a thermocouple are provided at determined intervals on the inner circumference of a gas transport pipe 12, and the pressure taps 13a, 13d are connected to a pressure sensor 16 through a tube 15. In a measuring point B on the downstream side, pressure taps 17a, 17d and a temperature sensor 18d are also provided, and the pressure taps 17a, 17d are connected to a pressure sensor 20 through a tube 19. The pressure sensors 16, 20 and the temperature sensors 14d, 18d are connected to an arithmetic processing device 25 through cable groups 21, 22 and 23, 24, respectively. In the arithmetic processing device 25, the diameter of the pipe, the distance between the measuring points A, B, and the wall surface frictional coefficient of the transport pipe are preliminarily stored, and the flow rate is calculated from a determined equation on the basis of the wall surface static pressure and the temperature.

COPYRIGHT: (C)1994,JP0&Japio

(19)日本国特許庁（J P）

(12) 公 開 特 許 公 報（A）

(11)特許出願公開番号

特開平6－94490

(43)公開日 平成 6 年(1994) 4 月 5 日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 F	1/00	J 9107－2F		
	1/34	9107－2F		
	15/02	9107－2F		

審査請求 未請求 請求項の数 1（全 6 頁）

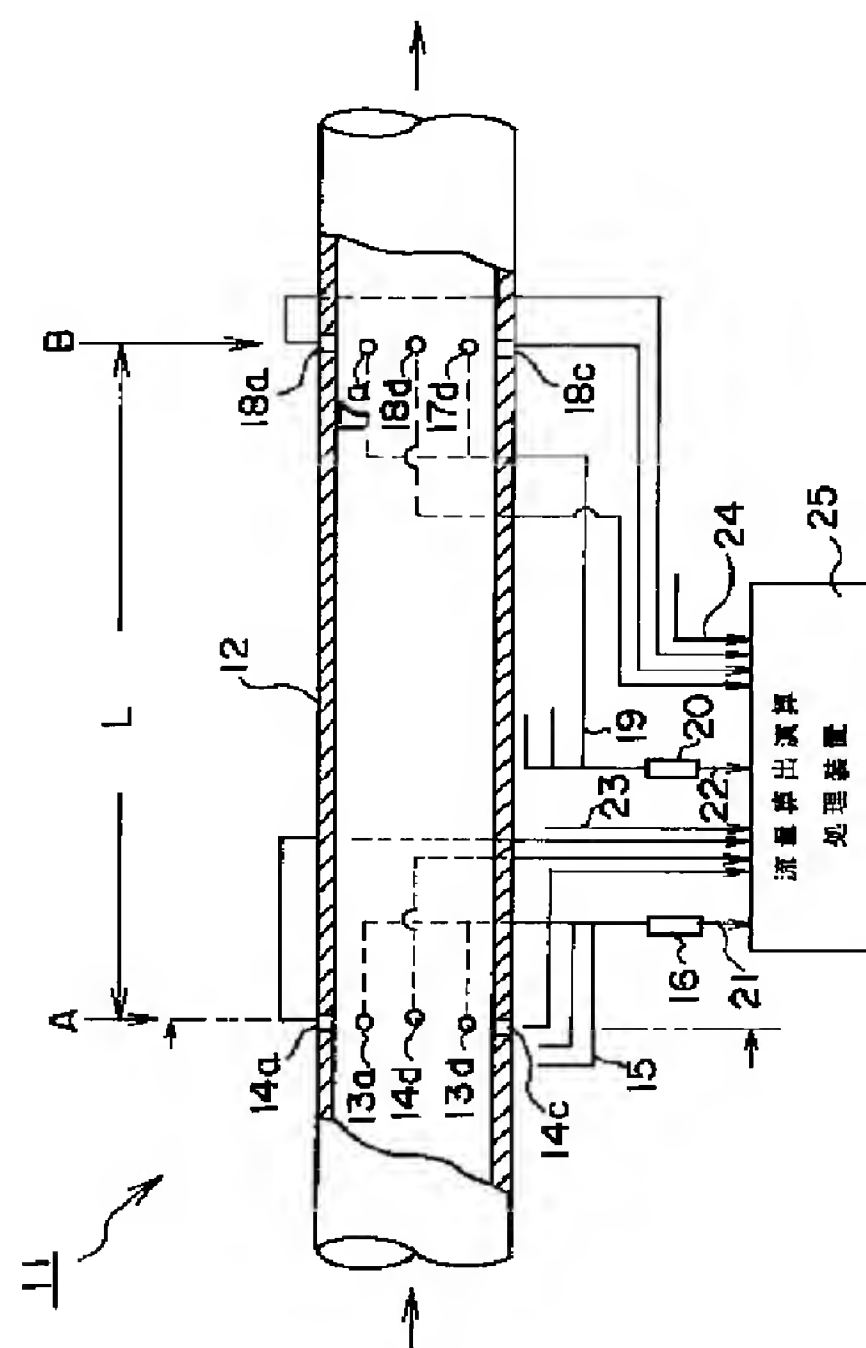
(21)出願番号	特願平4－243825	(71)出願人	000006208 三菱重工業株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目 5 番 1 号
(22)出願日	平成 4 年(1992) 9 月11日	(72)発明者	園田 圭介 長崎県長崎市深堀町 5 丁目717番 1 号 三 菱重工業株式会社長崎研究所内
		(72)発明者	牧浦 秀治 長崎県長崎市飽の浦町 1 番 1 号 三菱重工 業株式会社長崎造船所内
		(72)発明者	檜垣 隆夫 長崎県長崎市飽の浦町 1 番 1 号 三菱重工 業株式会社長崎造船所内
		(74)代理人	弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 管内ガス流量計測装置

(57)【要約】

【目的】ガス輸送管の管内流量の計測を迅速かつ容易に行える管内ガス流量計測装置を提供すること。

【構成】断面が一定の管路 1 2 の上流側に位置する第 1 の計測点 A における壁面静圧を計測する圧力センサ 1 6 と、第 1 の計測点 A における管内温度を計測する温度センサ 1 4 a～1 4 d と、管路 1 2 の下流側に位置する第 2 の計測点 B における壁面静圧を計測する圧力センサ 2 0 と、第 2 の計測点 B における管内温度を計測する温度センサ 1 8 a～1 8 d と、これらの各センサ 1 6, 2 0, 1 4 a～1 4 d, 1 8 a～1 8 d からの出力に基づいてガスの流量を演算する演算処理装置 2 5 とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】断面が一定の管路内の管内ガス流量計測装置であって、

前記管路の上流側に位置する第1の計測点における壁面静圧を計測する圧力センサと、前記第1の計測点における管内温度を計測する温度センサと、前記管路の下流側に位置する第2の計測点における壁面静圧を計測する圧力センサと、前記第2の計測点における管内温度を計測する温度センサと、これらの各センサにて計測された圧力計測値および温度計測値に基づいてガスの流量を演算する演算処理装置とを備えてなることを特徴とする管内ガス流量計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、例えば火力プラントや原子力プラント等のプラントにおけるガス輸送管の中を流れるガス流量を計測する管内ガス流量計測装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から知られているこの種の管内ガスの流量計測装置として、オリフィス板、ノズル、ベンチュリ管等を用いた絞り流量計を用いた装置や電磁流量計を用いた装置が使用されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上記した従来の管内ガス流量計測装置では、次のような問題があった。すなわち、絞り流量計を用いた管内ガス流量計測装置にあっては、ガス輸送管の断面にオリフィス板、ノズル、ベンチュリ管等を配置しなければならないため、ガス輸送管を切断したり、ガス輸送管にフランジを取付ける等の作業が必要となる。このため、計測準備作業が煩雑である上、稼働中の現地プラントに管内ガス流量計測装置を取付けるような場合、プラントを長時間停止させる必要が*

$$\frac{dp}{dx} = - \frac{\kappa M^2 \{1 + (\kappa - 1) M^2\}}{2(1 - M^2)} \quad 4f \frac{p}{D} \quad \cdots (1)$$

と表すことができる。

【0009】ここで、管の軸方向にLだけ隔てて設けられた計測点A、Bにおける壁面静圧 p_A 、 p_B から、

(1)式の dp 、 dx 、 p はそれぞれ次のように置き換えることができる。

$$Z = \frac{p_B - p_A}{(p_A + p_B)/2} \bigg/ \left(4f \frac{L}{D}\right) \quad \cdots (2)$$

とおけば、

【0011】

*あった。また、電磁流量計を用いた装置では、取付作業は比較的容易であるが、計測器が高価であるにもかかわらず計測精度が低いという欠点があった。さらに上記各装置はいずれも既成の流量計をガス輸送管に適合するように装填する必要がある為、現地プラントでの現場計測には不向きであるという問題があった。

【0004】そこで本発明は流量計測準備作業が簡単で、簡易な計測手段でありながら計測精度が高く、プラントでの現場計測に好適な管内ガス流量計測装置を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決し目的を達成するために、本発明は、断面が一定の管路内の管内ガス流量計測装置であって、前記管路の上流側に位置する第1の計測点における壁面静圧を計測する圧力センサと、前記第1の計測点における管内温度を計測する温度センサと、前記管路の下流側に位置する第2の計測点における壁面静圧を計測する圧力センサと、前記第2の計測点における管内温度を計測する温度センサと、これらの各センサにて計測された圧力計測値および温度計測値に基づいてガスの流量を演算する演算処理装置とを備えるようにした。

【0006】

【作用】上記手段を講じた結果、次のような作用が生じる。

【0007】一般に、断面積一定のガス輸送管内の断熱流れは、管の壁面摩擦が流体に作用するファーンノ(Fanno)流れと近似できる。そこで、ガス輸送管の壁面摩擦係数を f 、管の等価直径を D 、ガス流れのマッハ数を M 、ガスの比熱比を κ とすると、管内流れ方向の静圧力勾配 dp/dx は公知であるファーンノの式より、

【0008】

【数1】

* $dp = p_B - p_A$ 、 $dx = L$ 、 $p = (p_A + p_B)/2$ したがって、(1)式より、計測点A、B間の平均マッハ数 M_m は、

【0010】

【数2】

★【数3】

★

$$M_m = \sqrt{\frac{- (\kappa - 2Z) + \sqrt{(\kappa - 2Z)^2 - 8\kappa(\kappa - 1)Z}}{2\kappa(\kappa - 1)}} \quad \dots (3)$$

となる。次に、ガスをガス定数Rの理想気体と仮定すれば、計測点A、B間の平均音速 A_m は、計測点A、Bにおける静温度 t_A 、 t_B から、

*【0012】
【数4】

$$A_m = \sqrt{\kappa R (t_A + t_B) / 2} \quad \dots (4)$$

となる。

【0013】平均マッハ数 M_m および平均音速 A_m より、計測点A、B間の平均流速 U_m は、

$$U_m = M_m \times A_m \quad \dots (5)$$

となる。さらに、気体の状態方程式($p = \rho R T$)および計測点Aの密度 ρ_A および計測点Bの密度 ρ_B より、計測点A、B間の平均密度 ρ_m は、

$$\rho_m = (\rho_A + \rho_B) / 2 \\ = (p_A / R t_A + p_B / R t_B) \quad \dots (6)$$

となる。以上の(1)～(6)式より、管内ガス流れの質量流量Gは、

$$G = \rho_m U_m (\pi / 4) D^2 \quad \dots (7)$$

また、管内ガス流れの体積流量Qは、

$$Q = U_m (\pi / 4) D^2 \quad \dots (8)$$

となる。

【0014】以上のようにして、管内ガス流れをファーン流れに近似させているので、計測点A、Bにおける壁面静圧力 p_A 、 p_B および静温度 t_A 、 t_B から管内ガス流れの質量流量Gおよび体積流量Qを算出することができる。

【0015】

【実施例】図1は本発明の一実施例に係る管内ガス流量計測装置11を取り付けたガス輸送管12の断面を示す図である。

【0016】図1に示すように、円管からなるガス輸送管12の所定距離Lを隔てた2箇所には第1、第2の計測点A、Bが設けられている。これらの計測点のうちガス輸送管12の上流側に位置する第1の計測点Aを代表させてその断面を示すと、図2に示すように構成されている。

【0017】図2に示すように、計測点Aには静圧孔となる圧力タップ13a、13b、13c、13dがガス輸送管12の内周面に周方向へ90度の間隔をあけて設けられている。また、熱電対で構成された温度センサ14a、14b、14c、14dが、ガス輸送管12の内周面に周方向へ90度の間隔をあけて、かつ圧力タップ13a～13dとは45度ずらして固定されている。前記圧力タップ13a～13dはチューブ15を介して一つに集合され圧力センサ16に接続されている。

※【0018】下流側に位置する計測点Bも同様に圧力タップ17a～17dおよび温度センサ18a～18dが設けられており、圧力タップ17a～17dからチューブ19を介して圧力センサ20が接続されている。

【0019】圧力センサ16、20および温度センサ14a～14d、18a～18dはそれぞれケーブル群21、22および23、24を介して流量算出用の演算処理装置25に接続されている。

【0020】このように構成された管内ガス流量計測装置11では、圧力センサ16、20および温度センサ14a～14d、18a～18dの各出力が流量算出用の演算処理回路25に与えられる。圧力センサ16、20の出力はそのまま壁面静圧力 p_A 、 p_B となり、温度センサ14a～14d、18a～18dの出力は流量算出用の演算処理回路25によって平均化処理され、それぞれ静温度 t_A 、 t_B とされる。

【0021】さらに、流量算出用の演算処理装置25では予め、管の直径D、計測点AとBとの間のガス輸送管12の軸方向距離L、およびガス輸送管12の壁面摩擦係数fが記憶されており、壁面静圧力 p_A 、 p_B および静温度 t_A 、 t_B に基づいて前述した式(1)～(8)に従って流量が算出される。

【0022】また、本実施例に係る管内ガス流量計測装置11をガス輸送管12に取付ける場合、ガス輸送管12に圧力タップおよび温度センサを固定するための孔を穿設し、圧力タップおよび温度センサを固定するだけなので、作業が容易で計測準備を短時間でできる。したがって、稼働中のプラント内のガス輸送管のガス流量を計測する場合でも、プラントを長時間に亘って停止させずにすむ。

【0023】なお、本発明は前記実施例に限定されるものではない。例えば上述した実施例では各計測点における圧力タップおよび温度センサは4個ずつ設置されているが、計測条件によって適宜増減可能である。また、上述した例ではプラントにおけるガス輸送管について説明したが、他の装置におけるガス輸送管にも適用できる。このほか本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形実施可能であるのは勿論である。

【0024】

5

【発明の効果】本発明によれば、絞り流量計や電磁流量計を用いずにガス輸送管の管内流量を迅速かつ適確に計測できるので、流量計測準備作業が簡単で、簡易な計測手段でありながら計測精度が高く、プラントでの現場計測に好適な管内ガス流量計測装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る管内ガス流量計測装置をガス輸送管に取り付けた状態を示す縦断面図。

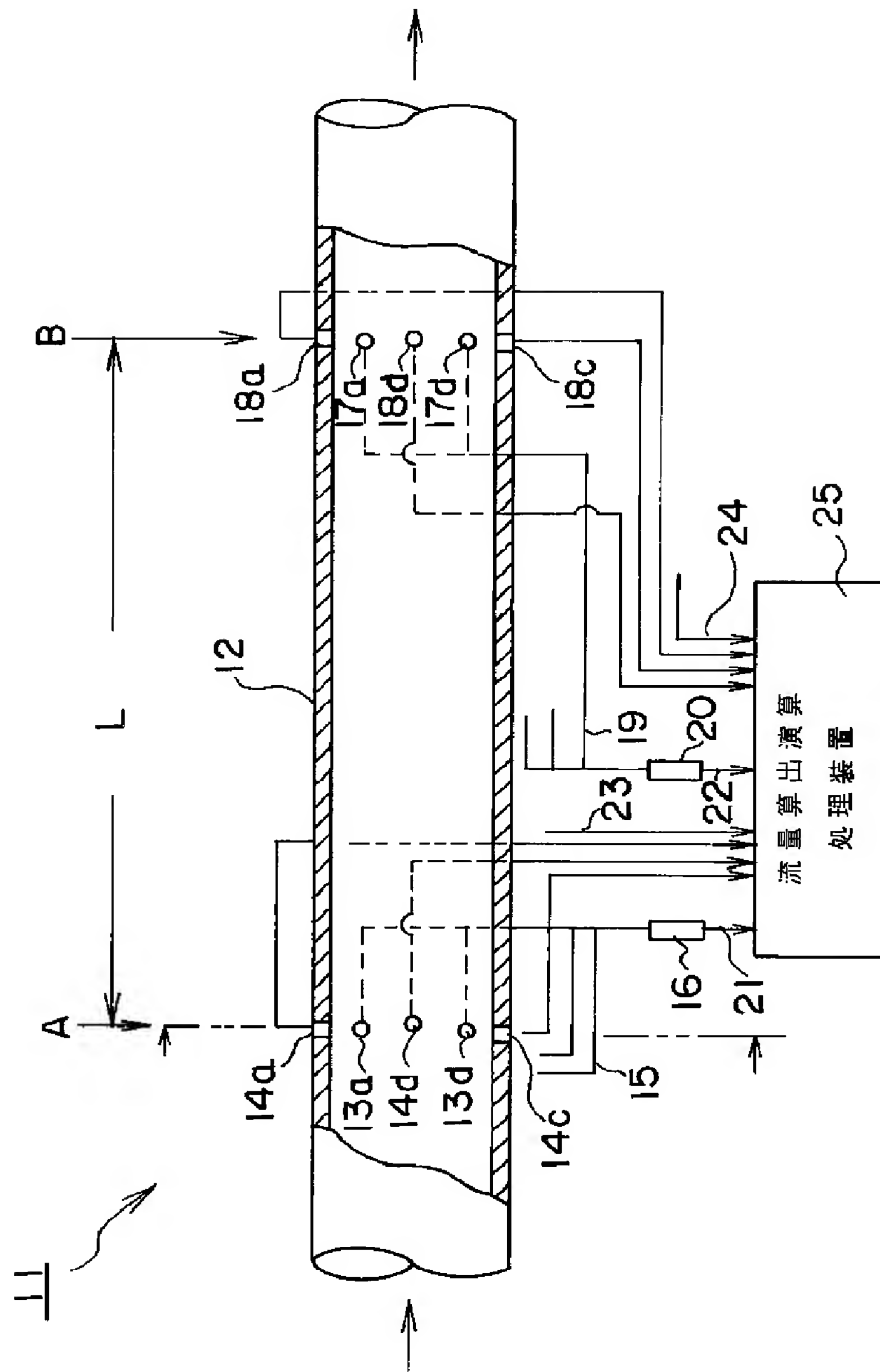
6

【図2】同実施例に係る管内ガス流量計測装置の図1におけるX-X線矢視断面図。

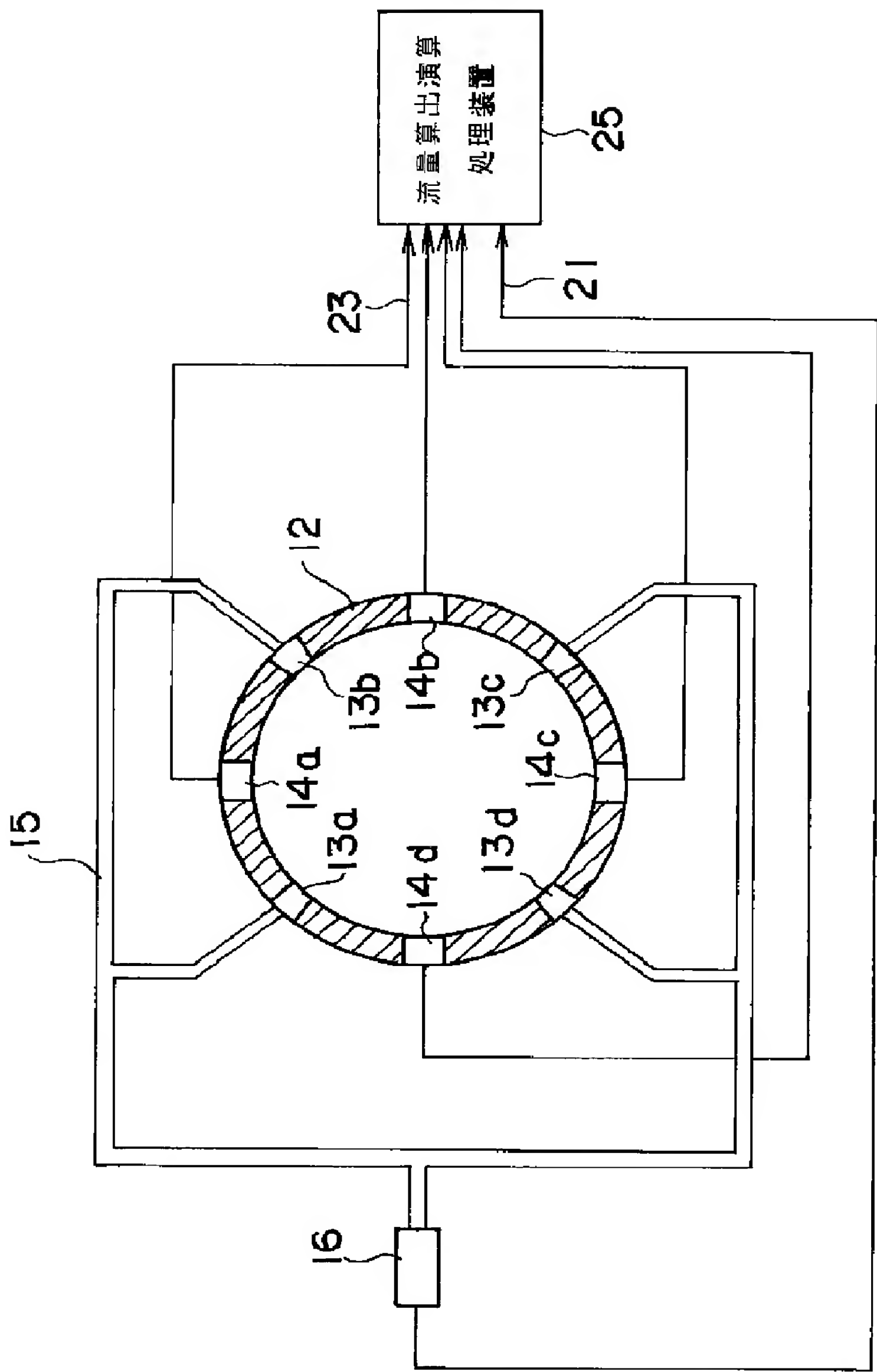
【符号の説明】

11…管内ガス流量計測装置 12…ガス輸送管
13a～13d, 17a～17d…圧力タップ
14a～14d, 18a～18d…温度センサ
16, 20…圧力センサ 25…流量算出演算処理装置

【図1】



【図2】



【手続補正書】

【提出日】平成5年6月14日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正内容】

【0013】平均マッハ数 M_m および平均音速 A_m より、計測点A，B間の平均流速 U_m は

$$U_m = M_m \times A_m \quad \cdots (5)$$

となる。さらに、気体の状態方程式 ($p = \rho R t$) および計測点Aの密度 ρ_A および計測点Bの密度 ρ_B より、計測点A，B間の平均密度 ρ_m は、

$$\begin{aligned} \rho_m &= (\rho_A + \rho_B) / 2 \\ &= (p_A / R t_A + p_B / R t_B) \quad \cdots (6) \end{aligned}$$

となる。以上の(1)～(6)式より、管内ガス流れの質量流量 G は、

$$G = \rho_m U_m (\pi / 4) D^2 \quad \cdots (7)$$

また、管内ガス流れの体積流量 Q は、
 $Q = U_m (\pi / 4) D^2$
となる。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 1

【補正方法】変更

【補正内容】

… (8)

【0 0 2 1】さらに、流量算出用の演算処理装置 2 5 で
は予め、管の直径 D 、計測点 A と B との間のガス輸送管
1 2 の軸方向距離 L 、ガス輸送管 1 2 の壁面摩擦係数
 f 、および輸送管内ガスの比熱比 γ と気体定数 R が記憶
(計測前に入力される。)されており、壁面静圧力 p_A , p_B および静温度 t_A , t_B に基づいて前述した式
(1) ~ (8) に従って流量が算出される。